

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-162858

(43)Date of publication of application : 21.06.1996

(51)Int.Cl. H03F 3/08
G01J 1/44
H03G 11/00
H03G 11/04

(21)Application number : 06-306154

(71)Applicant : OKI LSI TECHNOL KANSAI:KK
OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 09.12.1994

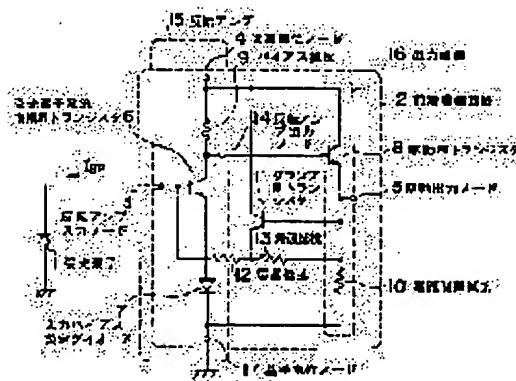
(72)Inventor : YAMAMOTO KEIGO
KAMEI TAKAHIRO

(54) OPTICAL RECEPTION CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To avoid deterioration in a drive capability and a response speed in a large optical current by connecting an emitter of a clamping transistor(TR) to one terminal of a 2nd feedback resistor connected to a 1st feedback resistor and connecting a base to a drive output node and connecting a collector to a power potential node.

CONSTITUTION: An emitter of a clamp TR 11 is connected to a connecting point between feedback resistors 12 and 13, a base of the clamp TR 11 is connected to a drive output node 5 and a collector of the clamp TR 11 is connected to a power supply potential node 4. Thus, when an optical current is comparatively small, an optical current IBP is fed from a drive transistor(TR) 8 through feedback resistors 12, 13. Then an output potential is decided based on the voltage difference between the feedback resistors 12, 13. When the optical current is high, an optical current is supplied from the collector of the clamp TR 11 to its emitter to set the emitter current of a drive TR 8 to be smaller.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-162858

(13)公開日 平成8年(1996)6月21日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 F 3/08		8839-5 J		
G 0 1 J 1/44	F	9309-2 G		
H 0 3 G 11/00	A			
11/04				

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

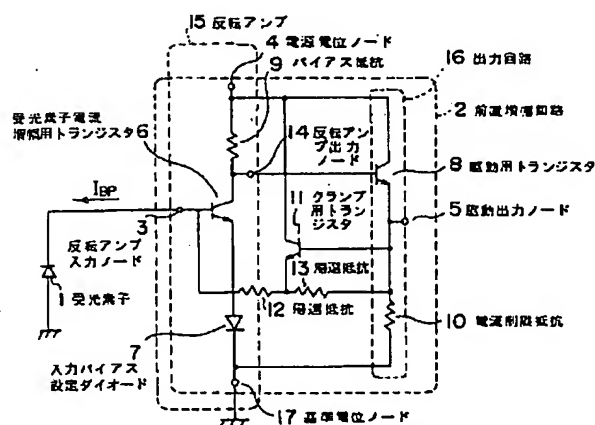
(21)出願番号	特願平6-306154	(71)出願人	592046552 株式会社沖エル・エス・アイ・テクノロジー 関西 大阪府大阪市中央区今橋4丁目2番1号
(22)出願日	平成6年(1994)12月9日	(71)出願人	000000295 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
		(72)発明者	山本 啓悟 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気 工業株式会社内
		(72)発明者	亀井 孝浩 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気 工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 鈴木 敏明

(54)【発明の名称】 光受信回路

(57)【要約】

【目的】 光電流に応じた電位を与える前置増幅器に光電流に応じた大きな電流が流れたときでも駆動能力および応答速度が低下しない回路を提供すること。

〔構成〕 受光素子 1 に与えられる光に応じた電流を帰還抵抗 12、帰還抵抗 13 に流す前置増幅回路 2 に於て、クランプ用トランジスタ 11 を備えることにより帰還抵抗 13 の両端の電位差をある値以上に上げないようにする。



本発明の第 1 の実施例の光受信回路の回路図

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 反転アンプ入力ノードと、反転アンプ出力ノードと、第1の電位が与えられる第1電位ノードと、第2の電位が与えられる第2電位ノードとを有する反転アンプと、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、エミッタが駆動出力ノードに接続され、ベースが前記反転アンプ出力ノードに接続される第1のトランジスタと、

一端が前記駆動出力ノードに接続され、他端が前記第2電位ノードに接続される電流源と、

一端が前記反転アンプ入力ノードに接続される第1の抵抗と、

一端が前記第1の抵抗の他端に接続され、他端が前記駆動出力ノードに接続される第2の抵抗と、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、エミッタが前記第1の抵抗と前記第2の抵抗の接続点に接続され、ベースが前記駆動出力ノードに接続される第2のトランジスタと、

アノードが第3の電位に接続され、カソードが前記反転アンプ入力ノードに接続される受光素子とを有することを特徴とする光受信回路。

【請求項2】 前記電流源は抵抗であることを特徴とする請求項1記載の光受信回路。

【請求項3】 反転アンプ入力ノードと、反転アンプ出力ノードと、第1の電位が与えられる第1電位ノードと、第2の電位が与えられる第2電位ノードとを有する反転アンプと、

一端が前記反転アンプ入力ノードに接続される第1の抵抗と、

一端が前記第1の抵抗の他端に接続され、他端が前記反転アンプ出力ノードに接続される第2の抵抗と、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、エミッタが前記第1の抵抗と前記第2の抵抗の接続点に接続され、ベースが前記反転アンプ出力ノードに接続されるトランジスタと、

アノードが第3の電位に接続され、カソードが前記反転アンプ入力ノードに接続される受光素子とを有することを特徴とする光受信回路。

【請求項4】 反転アンプ入力ノードと、反転アンプ出力ノードと、第1の電位が与えられる第1電位ノードと、第2の電位が与えられた第2電位ノードとを有する反転アンプと、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、エミッタが駆動出力ノードに接続され、ベースが前記反転アンプ出力ノードに接続される第1のトランジスタと、

一端が前記駆動出力ノードに接続され、他端が前記第2電位ノードに接続される第1の電流源と、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、ベースが前記反転アンプ出力ノードに接続される第2のトランジスタと、

2

一端が前記第2のトランジスタのエミッタに接続され、他端が前記第2電位ノードに接続される第2の電流源と、

一端が前記反転アンプ入力ノードに接続される第1の抵抗と、

一端が前記第1の抵抗の他端に接続され、他端が前記駆動出力ノードに接続される第2の抵抗と、

コレクタが第1電位ノードに接続され、エミッタが前記第1の抵抗と前記第2の抵抗の接続点に接続され、ベースが前記第2のトランジスタのエミッタに接続される第3のトランジスタと、

アノードが第3の電位に接続され、カソードが前記反転アンプ入力ノードに接続される受光素子とを有することを特徴とする光受信回路。

【請求項5】 前記第1の電流源と前記第2の電流源は抵抗であることを特徴とする請求項4記載の光受信回路。

【請求項6】 前記反転アンプは、ベースが前記反転アンプ入力ノードに接続され、コレクタが前記反転アンプ出力ノードに接続され、エミッタが前記第2電位ノードに接続される受光素子電流増幅用トランジスタと、

一端が前記受光素子電流増幅用トランジスタのコレクタに接続され、他端が前記第1電位ノードに接続される負荷とを有することを特徴とする請求項1、2、3、4、5いずれか記載の光受信回路。

【請求項7】 前記受光素子電流増幅用のトランジスタのエミッタと前記第2電位ノードの間にダイオードが接続されることを特徴とする請求項6記載の光受信回路。

【請求項8】 ベースが反転アンプ入力ノードに接続され、コレクタが反転アンプ出力ノードに接続される受光素子電流増幅用トランジスタと、一端が前記受光素子電流増幅用トランジスタのコレクタに接続される第1の負荷と、

一端が前記第1の負荷の他端に接続され、他端が、第1の電位が与えられる第1電位ノードに接続される第2の負荷と、

アノードが前記受光素子電流増幅用トランジスタのエミッタに接続され、カソードが、第2の電位が与えられる第2電位ノードに接続されるダイオードと、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、エミッタが駆動出力ノードに接続され、ベースが前記反転アンプ出力ノードに接続される第1のトランジスタと、

一端が前記駆動出力ノードに接続され、他端が前記第2電位ノードに接続される第1の電流源と、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、ベースが前記第1の負荷と前記第2の負荷の接続点に接続される第2のトランジスタと、

一端が前記第2のトランジスタのエミッタに接続され、他端が前記第2電位ノードに接続される第2の電流源と、

一端が前記反転アンプ入力ノードに接続される第1の抵抗と、

一端が前記第1の抵抗の他端に接続され、他端が前記駆動出力ノードに接続される第2の抵抗と、

コレクタが第1電位ノードに接続され、エミッタが前記第1の抵抗と前記第2の抵抗の接続点に接続され、ベースが前記第2のトランジスタのエミッタに接続される第3のトランジスタと、

アノードが第3の電位に接続され、カソードが前記反転アンプ入力ノードに接続される受光素子を有することを特徴とする光受信回路。

【請求項9】 前記第1のトランジスタのエミッタと駆動出力ノード間に抵抗が接続されることを特徴とする請求項1、2、4、5、6、7いずれか記載の光受信回路。

【請求項10】 ベースが反転アンプ入力ノードに接続され、コレクタが反転アンプ出力ノードに接続される受光素子電流増幅用トランジスタと、一端が前記受光素子電流増幅用トランジスタのコレクタに接続される第1の負荷と、

一端が前記第1の負荷の他端に接続され、他端が、第1の電位が与えられる第1電位ノードに接続される第2の負荷と、

アノードが前記受光素子電流増幅用トランジスタのエミッタに接続され、カソードが、第2の電位が与えられる第2電位ノードに接続されるダイオードと、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、エミッタが駆動出力ノードに接続され、ベースが前記第1の負荷と前記第2の負荷の接続点に接続される第1のトランジスタと、

一端が前記駆動出力ノードに接続され、他端が前記第2電位ノードに接続される第1の電流源と、

コレクタが前記第1電位ノードに接続され、ベースが前記反転アンプ出力ノードに接続される第2のトランジスタと、

一端が前記第2のトランジスタのエミッタに接続され、他端が前記第2電位ノードに接続される第2の電流源と、

一端が前記反転アンプ入力ノードに接続される第1の抵抗と、

一端が前記第1の抵抗の他端に接続され、他端が前記駆動出力ノードに接続される第2の抵抗と、

コレクタが第1電位ノードに接続され、エミッタが前記第1の抵抗と前記第2の抵抗の接続点に接続され、ベースが前記第2のトランジスタのエミッタに接続される第3のトランジスタと、

アノードが第3の電位に接続され、カソードが前記反転アンプ入力ノードに接続される受光素子を有することを特徴とする光受信回路。

【請求項11】 前記第2のトランジスタのエミッタと

第3のトランジスタのベースの間に抵抗が接続されることを特徴とする請求項4、5、6、7いずれか記載の光受信回路。

【請求項12】 前記第2の電位と前記第3の電位とは同電位であることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11いずれか記載の光受信回路。

【請求項13】 アノードが第1の電位に接続された受光素子と、反転アンプ入力ノードと、駆動出力ノードと、反転アンプ出力ノードと、一端が前記反転アンプ入力ノードに接続された第1の帰還抵抗と、一端が前記第1の帰還抵抗の他端に接続され、他端が前記駆動出力ノードに接続された第2の帰還抵抗と、一端が前記第1の電位に対して電位の高い第2の電位が与えられた第1電位ノードに接続され、他端が前記反転アンプ出力ノードに接続された負荷と、第1の電極が前記反転アンプ出力ノードに接続され、第2の電極が第2の電位に対して電位の低い第3の電位を有する第2電位ノードに電気的に接続され、制御電極が前記反転アンプ入力ノードに接続された第1のトランジスタとを有し、前記反転アンプ出力ノードと前記駆動出力ノードとが電気的に接続された光受信回路であって、前記受光素子のカソードに前記反転アンプ入力ノードが接続され、前記受光素子に与えられる光に応じた電流を、前記駆動出力ノードから前記反転アンプ入力ノードに前記第1の帰還抵抗および前記第2の帰還抵抗を介して流すことで、前記第1の帰還抵抗と前記第2の帰還抵抗との両端に前記電流に応じた電位差が生じ、前記電流に応じた電位を前記駆動出力ノードに与える光受信回路において、前記電流が所定の電流値になると前記第2の帰還抵抗の両端に加わる電位差を固定するクランプ手段であって、前記反転アンプ入力ノードに与えられる前記電流が前記所定の電流値になった後に前記反転アンプ入力ノードに与えられる電流を、前記第1の帰還抵抗を介して供給する前記クランプ手段を備えたことを特徴とする光受信回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光受信回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の光受信回路は、反転アンプと出力回路と帰還抵抗とからなる前置増幅回路と受光素子とから構成される。受光素子の一端が反転アンプの入力である反転アンプ入力ノードに接続され、反転アンプの出力である反転アンプ出力ノードは出力回路の入力端に接続される。帰還抵抗は反転アンプ入力ノードと出力回路の出力端である駆動出力ノードとに接続される。

【0003】この光受信回路は、前置増幅回路の駆動出力ノードから反転アンプ入力ノードに、受光素子に与えられる光に応じた電流を流すことで、受光素子に光電流

を供給し、かつ帰還抵抗間に、この電流に応じた電位差が与えられることにより、駆動出力ノードに光電流に応じた電位を与える回路である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の光受信回路は、光電流が増加していった時、駆動能力の低下及び、応答速度の低下という問題があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明の光受信回路は、前記課題を解決するために、反転アンプと出力回路と帰還抵抗とクランプ用トランジスタと受光素子とから構成される。反転アンプは、反転アンプ入力ノードと、反転アンプ出力ノードと、第1の電位が与えられる第1電位ノードと、第2の電位が与えられる第2電位ノードとを有する。出力回路は、駆動用トランジスタと電流源とで構成される。駆動用トランジスタはコレクタが第1電位ノードに接続され、エミッタが駆動出力ノードに接続され、ベースが反転アンプ出力ノードに接続される。電流源はその一端が駆動出力ノードに接続され、他端が第2電位ノードに接続される。帰還抵抗は、第1の帰還抵抗と第2の帰還抵抗との直列接続よりなる直列抵抗で構成され、第1の帰還抵抗の一端が反転アンプ入力ノードに接続され、第2の帰還抵抗の一端が駆動出力ノードに接続される。クランプ用トランジスタは、コレクタが第1電位ノードに接続され、エミッタが第1の帰還抵抗と第2の帰還抵抗との接続点に接続され、ベースが駆動出力ノードに接続される。受光素子はアノードが第3の電位に接続され、カソードが反転アンプ入力ノードに接続される。

【0006】

【作用】帰還抵抗を第1の帰還抵抗と第2の帰還抵抗とで構成し、クランプ用トランジスタを前記のように接続したので、帰還抵抗を流れる電流の電流値が比較的小さい値の時は、駆動用トランジスタから第1の帰還抵抗、第2の帰還抵抗をとおして受光素子に流れる光電流が供給される。一方、光電流が増加し、帰還抵抗間を流れる電流が増加して第2の帰還抵抗間に加わる電位差がある値になるとクランプ用トランジスタが作用してそれ以上の電位差を第2の帰還抵抗間に与えない。これ以後の光電流の増加分はクランプ用トランジスタのコレクタをとおしてエミッタから供給される。光電流の増加に伴った出力電位の増加は第1の帰還抵抗間のみに加わる電位差の増加によって生じる。よって光電流の大きいときの光電流の増加に伴う出力電位の増加の割合が、光電流が小さいときの出力電位の増加の割合にくらべて小さく設定される。

【0007】

【実施例】以下、図1を参照しつつ本発明の第1の実施例の光受信回路を説明する。図1に示す光受信回路は、フォトダイオード等の受光素子1と前置増幅回路2から

構成される。受光素子1のアノード側は接地電位（以下GNDと称する）に接続され、カソード側は反転アンプ入力ノード3に接続される。前置増幅回路2は反転アンプ15と出力回路16と帰還抵抗12、帰還抵抗13とクランプ用トランジスタ11から構成される。

【0008】反転アンプ15はさらに負荷であるバイアス抵抗9と受光素子電流増幅用トランジスタ6と入力バイアス設定ダイオード7から構成される。受光素子電流増幅用トランジスタ6のベースは、反転アンプ入力ノード3に接続される。受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタは反転アンプ出力ノード14に接続されると共にバイアス抵抗9の一端と接続される。バイアス抵抗9の他端は電源電位ノード4に接続され、さらに電源電位ノード4は電源電位Vccに接続される。受光素子電流増幅用トランジスタ6のエミッタは入力バイアス設定ダイオード7のアノード側に接続され、入力バイアス設定ダイオード7のカソード側は基準電位ノード17に接続され、さらに基準電位ノード17はGNDに接続される。出力回路16は駆動用トランジスタ8と電流源である電流制限抵抗10から構成される。駆動用トランジスタ8のコレクタは電源電位ノード4に接続され、エミッタは駆動出力ノード5に接続され、ベースは反転アンプ出力ノード14に接続される。電流制限抵抗10は一端が駆動出力ノード5に接続され、他端が基準電位ノード17に接続される。帰還抵抗12の一端は反転アンプ入力ノード3に接続され、帰還抵抗12の他端は帰還抵抗13の一端に接続されると共にクランプ用トランジスタ11のエミッタに接続され、帰還抵抗13の他端は駆動出力ノード5に接続される。クランプ用トランジスタ11のベースは駆動出力ノード5に接続され、コレクタは電源電位ノード4に接続される。

【0009】上記のように接続された光受信回路に於ける受光素子電流増幅用トランジスタ6の入力インピーダンスは、電流電位差変換特性を高めるため、通常、帰還抵抗12及び帰還抵抗13に対して無視できるくらい大きくするので、受光素子電流増幅用トランジスタ6の入力インピーダンスを無限大と仮定すると、光電流は帰還抵抗12に流れる電流と等しくなる。このとき光電流をIBP、帰還抵抗12の抵抗をRf1、帰還抵抗13の抵抗をRf2、反転アンプ入力ノード3と駆動出力ノード5間の電位差をVRfとすれば、光電流が比較的小さいときのVRfとIBPとの関係は、クランプ用トランジスタ11がないものと等価とみなせて以下のように表せる。

$$【0010】VRf = (Rf1 + Rf2) \times IBP$$

上記の光受信回路に於て、例えば大きな光電流が流れたと仮定し、光電流IBP = 1mA、帰還抵抗12の抵抗Rf1 = 1kΩ、帰還抵抗13の抵抗Rf2 = 3kΩ、入力バイアス設定ダイオード7の能動状態の電位差VD = 0.8V、受光素子電流増幅用トランジスタ6、駆動

用トランジスタ8、クランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差 $V_{BE}=0.8V$ 、電源電位ノード4の電源電位 $V_{CC}=5.0V$ と仮定したとき、駆動出力ノード5の電位を出力電位 V_{out} とし、これを求める。反転アンプ入力ノード3の電位は $V_D(0.8V)+V_{BE}(0.8V)=1.6V$ となる。帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位は帰還抵抗12の両端の電位差を V_{Rf1} とすると $V_{Rf1}=R_{f1} \times I_{BP}=1V$ が加算され2.6Vとなる。

【0011】ここでクランプ用トランジスタ11がないと仮定した場合の回路について考える。帰還抵抗13の両端の電位差を V_{Rf2} とすると、出力電位 V_{out} は帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位に $V_{Rf2}=R_{f2} \times I_{BP}=3V$ が加算され $V_{out}=5.6V$ となるが、電源電位 $V_{CC}=5.0$ に対して駆動用トランジスタ8の能動状態のベース・エミッタ間の電位差 $V_{BE}=0.8V$ 分下がった値が実際は出力されるため4.2Vになる。しかしこのとき電源電位ノード4と反転アンプ出力ノード14間の電位差がないために、バイアス抵抗9に流れる電流が0Aとなってしまう、受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタ電流も0Aとなってしまう受光素子電流増幅用トランジスタ6に流れる電流が確保できず駆動能力、応答速度の低下と言う問題があった。

【0012】ところが本発明はクランプ用トランジスタ11があることで、光電流 I_{BP} が増加しても、帰還抵抗13の両端の電位差はクランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差 $V_{BE}=0.8V$ に達するとそれ以上には大きくならない。よってこのときの出力電位 V_{out} は、帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位2.6Vにクランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差 $V_{BE}=0.8V$ が加算され、3.4Vとなり出力電位の上昇が押えられる。よって反転アンプ出力ノード14の電位は駆動用トランジスタ8の能動状態のベース・エミッタ間電位差 $V_{BE}=0.8V$ が加算され4.2Vとなり、電源電位 $V_{CC}=5.0V$ と反転アンプ出力ノード14の電位との電位差が生じ受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタに電流が流れるので、駆動能力、応答速度の低下がなく安定した高速動作が得られる。

【0013】上記の様に帰還抵抗を帰還抵抗12と帰還抵抗13とで構成し、クランプ用トランジスタ11のエミッタを帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点に接続し、クランプ用トランジスタ11のベースを駆動出力ノード5（駆動出力ノード5に接続された帰還抵抗13）に接続し、クランプ用トランジスタ11のコレクタを電源電位ノード4に接続することにより、光電流が比較的小さいときは、帰還抵抗12と帰還抵抗13をとおして駆動用トランジスタ8から光電流 I_{BP} が供給される。よって帰還抵抗12と帰還抵抗13にかかる電位差によ

り、出力電位の値が決定される。一方、光電流が増加していき、帰還抵抗13間に加わる電位差が、クランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差 V_{BE} に等しくなると、帰還抵抗13間はこの電位差に固定され、それ以後の光電流の増加分はクランプ用トランジスタ11のコレクタをとおしてエミッタから供給される。帰還抵抗13間の電位差が V_{BE} に固定された後の光電流 I_{BP} の増加に伴う駆動出力ノード5の電位の増加は帰還抵抗12間に加わる電位差の増加のみによって供給される。よって高い出力電位のときの駆動出力ノード5の電位の増加の割合がクランプ用トランジスタ11がないと仮定した光受信回路にくらべて小さく設定される。これによりバイアス抵抗9に電位差が生じることにより受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタ電流が流れ、駆動能力、応答速度の低下がなく安定した高速動作が得られるようになる。

【0014】また光電流が大きいときはクランプ用トランジスタ11のコレクタからエミッタをとおして光電流が供給されることで、光電流が大きいときでも駆動用トランジスタ8のエミッタ電流値が小さく設定できるので、駆動用トランジスタ8のエミッタの電流値等で決まる駆動用トランジスタ8のトランジスタサイズの小型化が計れ、これによる高速動作も得られる。

【0015】図4は本発明の第1の実施例の光受信回路の光電流 I_{BP} 対出力電位 V_{out} 特性図である。aは帰還抵抗 $R_f=R_{f1}+R_{f2}=4k\Omega$ とし、クランプ用トランジスタ11がないと仮定したときの回路に対する線で、bは帰還抵抗 $R_f<4k\Omega$ とし、クランプ用トランジスタがないと仮定したときの回路に対する線であり、cは帰還抵抗 $R_{f1}=1k\Omega$ 、 $R_{f2}=3k\Omega$ としたときの回路に対する線である。Aは $R_{f1}=1k\Omega$ 、 $R_{f2}=3k\Omega$ である線cに対する回路において、帰還抵抗13の電位差がクランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差 V_{BE} となったときの出力電位 V_{out} である。またこのときの光電流 I_{BP} を A' とする。Bは $R_f=4k\Omega$ である線aに対する回路において、受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタに電流が供給されなくなる限界の出力電位 V_{out} である。ここでこれらを比較する。aにくらべbは、限界の電位値に達するまでの光電流 I_{BP} が大きく設定できるが、電流電位差変換特性が下がってしまうのが分かる。よってbは電流電位差変換特性が下がってしまい光電流 $I_{BP}<A'$ の小さい電流値で検出精度が落ちてしまう。それにくらべてcは光電流 I_{BP} が小さい値（光電流 $I_{BP}<A'$ ）の時は、光電流の増加に対する出力電位 V_{out} の増加の割合がaと同じであり、光電流 I_{BP} が大きい値（光電流 $I_{BP}>A'$ ）になると光電流 I_{BP} の増加に対する出力電位 V_{out} の増加の割合を下げ、出力電位 V_{out} の値を小さくすることで受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタ電流を供給して

いる。

【0016】ここで入力バイアス設定ダイオード7は、受光素子1の端子間に電位差を与えることに寄与し受光素子の特性を上げているものであるが、必ずしも必要ではない。電流制限抵抗10は電流源であればよく例えば定電流源としてもよい。受光素子電流増幅用トランジスタ6、駆動用トランジスタ8、クランプ用トランジスタ11はNPNトランジスタであるが回路極性を変えてやることによりPNPトランジスタにも置き換えられる。また受光素子電流増幅用トランジスタ6は電界効果トランジスタとしてもよく例えばMOSトランジスタとしてもよい。

【0017】図2に示す本発明の第1の実施例の変形例の光受信回路は、図1を参照して前述した第1の実施例に対して、出力回路を構成する駆動用トランジスタ8、電流制限抵抗10を不要としたもので、図1中と同一部分又は相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。図1において駆動出力ノード5に接続されていた帰還抵抗13の一端とクランプ用トランジスタ11のベースを反転アンプ出力ノード14に接続し、これを新たな駆動出力ノードとすることで第1の実施例の変形例の光受信回路の構成が得られる。

【0018】図3に示す本発明の第2の実施例の光受信回路は、図1を参照して前述した第1の実施例に対して第2の出力回路20を付加し、クランプ用トランジスタのベースを第2の出力回路を構成するトランジスタのエミッタに接続したもので、図1中と同一部分または相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。第2の出力回路20はダミートランジスタ19と電流制限抵抗18から構成される。ダミートランジスタ19のベースは反転アンプ出力ノード14に接続され、コレクタは電源電位ノード4に接続され、エミッタは電流制限抵抗18を介して基準電位ノード17に接続される。帰還抵抗12の一端は反転アンプ入力ノード3に接続され、帰還抵抗12の他端は帰還抵抗13の一端に接続されると共にクランプ用トランジスタ11のエミッタに接続され、帰還抵抗13の他端は駆動出力ノード5に接続される。クランプ用トランジスタ11のベースは図1では駆動出力ノード5（帰還抵抗13の他端）に接続されていたが第2の実施例はダミートランジスタ19のエミッタに接続され、クランプ用トランジスタ11のコレクタは電源電位ノード4に接続される。

【0019】上記のような構成にすることで、光電流が比較的小さい値のときは、帰還抵抗12と帰還抵抗13をとおして駆動用トランジスタ8から光電流IBPが供給される。よって、帰還抵抗12と帰還抵抗13の合成抵抗にかかる電位差により、出力電位が決定される。一方、駆動用トランジスタ8のベースはダミートランジスタ19のベースに接続されているので、ダミートランジスタ19のエミッタ電位は、駆動用トランジスタ8のエ

ミッタ電位に応じて決定される。よって帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位とダミートランジスタ19のエミッタ電位との電位差は帰還抵抗13間の電位差に応じて決定される。ここで光電流が増加していき帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位とダミートランジスタ19のエミッタ電位との電位差がクランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差VBEに等しくなると、この後、光電流が増加しても帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位とダミートランジスタ19のエミッタ電位との電位差はこの電位差VBEに固定されるので、帰還抵抗13間の電位差もこれに応じて固定される。それ以後の光電流の増加分はクランプ用トランジスタ11のコレクタをとおしてエミッタ電流により供給される。よって帰還抵抗13間の電位差が固定された後の光電流の増加に伴う駆動出力ノード5の電位の増加は帰還抵抗12に加わる電位差の増加のみによって供給され、クランプ用トランジスタ11がない光受信回路にくらべて駆動出力ノード5の電位の増加の割合が小さく設定される。これによりバイアス抵抗9に電位差が生じることにより受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタ電流が流れ、駆動能力、応答速度の低下がなく安定した高速動作が得られるようになるという第1の実施例の光受信回路で挙げた効果の他、クランプ用トランジスタ11のベースと駆動出力ノード5を分離することにより駆動出力ノード5にかかる出力負荷の変動によるクランプ動作の時間的なずれを補い、より安定した動作が期待できる。

【0020】上記の光受信回路に於て、例えば最大光電流が流れたと仮定し、光電流IBP=1mA、帰還抵抗12の抵抗Rf1=1kΩ、帰還抵抗13の抵抗Rf2=3kΩ、入力バイアス設定ダイオード7の能動状態の電位差VD=0.8V、受光素子電流増幅用トランジスタ6、駆動用トランジスタ8、クランプ用トランジスタ11、ダミートランジスタ19の能動状態のベース・エミッタ間の電位差VBE=0.8V、電源電位ノード4の電位Vcc=5.0V、電源制限抵抗10の抵抗値と電流制限抵抗15の抵抗値が等しいと仮定したとき、反転アンプ入力ノード3の電位はVD(0.8V)+VBE(0.8V)=1.6Vとなり、帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位は帰還抵抗12間の電位差が加算され2.6Vとなる。反転アンプ出力ノード14の電位は帰還抵抗12と帰還抵抗13の接続点の電位=2.6Vにクランプ用トランジスタ11とダミートランジスタ19のベース・エミッタ電位差分であるVBE×2=1.6Vが加算され4.2Vとなる。よって電源電位ノード4の電源電位と反転アンプ出力ノードの電位の電位差が生じるので受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタ電流も生じ、駆動能力、応答速度の低下がなく安定した高速動作が得られる。

【0021】ここで入力バイアス設定ダイオード7は、

受光素子1間に電位差を与えることに寄与し受光素子の特性を上げているものであるが、必ずしも必要ではない。電流制限抵抗10、電流制限抵抗18は電流源であればよく例えば定電流源でもよい。受光素子電流増幅用トランジスタ6、駆動用トランジスタ8、クランプ用トランジスタ11、ダミートランジスタ19はNPNトランジスタであるが回路極性を変えてやることによりPNPトランジスタにも置き換えられる。また受光素子電流増幅用トランジスタ6は電界効果トランジスタとしてもよく例えばMOSトランジスタとしてもよい。

【0022】図5に示す本発明の第2の実施例の変形例1である光受信回路は、図3を参照して前述した第2の実施例に対して、バイアス抵抗を第1のバイアス抵抗9.1と第2のバイアス抵抗9.2で構成したもので、図3中と同一部分または相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。図5においてバイアス抵抗9.1の一端が前記受光素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタに接続されて、他端がバイアス抵抗9.2の一端に接続される。バイアス抵抗9.2の他端は電源電位ノード4に接続される。さらに図3で反転アンプ出力ノード14に接続されていたダミートランジスタ19のベースをバイアス抵抗9.1とバイアス抵抗9.2の接続点に接続する。

【0023】図6に示す本発明の第2の実施例の変形例2の光受信回路は、図3を参照して前述した第2の実施例に対して、抵抗21を駆動用トランジスタ8のエミッタと駆動出力ノード5の間に接続したもので、図3中と同一部分または相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。

【0024】第2の実施例では光電流が増加していった時の帰還抵抗13にかかる最大の電位差がクランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差に実質的に等しいが、第2の実施例の変形例1ではバイアス抵抗をバイアス抵抗9.1とバイアス抵抗9.2で構成しダミートランジスタのベースをバイアス抵抗9.1とバイアス抵抗9.2の接続点に接続することによりダミートランジスタ19のベースの電位を駆動用トランジスタ8のベースの電位に対して高く設定されるので、クランプ用トランジスタ11が能動状態になる瞬間の光電流値を第2の実施例の光受信回路に対して小さく設定することが可能となる。又第2の実施例の変形例2の光受信回路では駆動用トランジスタ8と駆動出力ノード5の間に抵抗21を接続することにより第2の実施例の変形例1の光受信回路と同様の効果が得られる。

【0025】図7に示す本発明の第2の実施例の変形例3の光受信回路は、図3を参照して前述した第2の実施例に対して、バイアス抵抗をバイアス抵抗9.3とバイアス抵抗9.4で構成したもので、図3中と同一部分または相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。図7においてバイアス抵抗9.3の一端が前記受光

素子電流増幅用トランジスタ6のコレクタに接続されて、他端がバイアス抵抗9.4の一端に接続される。バイアス抵抗9.4の他端は電源電位ノード4に接続される。さらに図3で反転アンプ出力ノード14に接続されていた駆動用トランジスタ8のベースをバイアス抵抗9.1とバイアス抵抗9.2の接続点に接続する。

【0026】図8に示す本発明の第2の実施例の変形例4の光受信回路は、図3を参照して前述した第2の実施例に対して、抵抗22をダミートランジスタ19のエミッタとクランプ用トランジスタ11のベースの間に接続したもので、図3中と同一部分または相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。

【0027】第2の実施例では光電流が増加していった時の帰還抵抗13にかかる最大の電位差がクランプ用トランジスタ11の能動状態のベース・エミッタ間電位差にほぼ等しいが、第2の実施例の変形例3ではバイアス抵抗をバイアス抵抗9.3とバイアス抵抗9.4で構成し駆動用トランジスタ8のベースをバイアス抵抗9.1とバイアス抵抗9.2の接続点に接続することにより駆動用トランジスタ8のベースの電位をダミートランジスタ19のベースの電位に対して高く設定することにより、クランプ用トランジスタ11が能動状態となる瞬間の光電流値を第2の実施例に対して大きく設定することが可能となる。又第2の実施例の変形例4の光受信回路ではダミートランジスタ19とクランプ用トランジスタ11の間に抵抗22を接続することにより第2の実施例の変形例3の光受信回路と同様の効果が得られる。

【0028】図9は本発明の第2の実施例及びその変形例1、2、3、4の光受信回路の光電流I_{BP}対V_{out}特性図である。aは本発明の第2の実施例の光受信回路に対する線であり、bは本発明の第2の実施例の変形例1と本発明の第2の実施例の変形例2の光受信回路に対する線であり、cは本発明の第2の実施例の変形例3と本発明の第2の実施例の変形例4の光受信回路に対する線である。A'、B'、C'はa、b、cそれぞれの線に対する光受信回路のクランプ用トランジスタ11が能動状態となる瞬間の光電流値である。本発明の第2の実施例の変形例1、2、3、4の光受信回路は、クランプ用トランジスタ11が能動状態となる瞬間の光電流値I_{BP}を本発明の第2の実施例に対して任意に設定することができる回路である。

【0029】ここで本発明の第2の実施例の変形例1、2、3、4の光受信回路において、入力バイアス設定ダイオード7は、受光素子1間に電位差を与えることに寄与し受光素子の特性を上げているものであるが、必ずしも必要ではない。電流制限抵抗10、電流制限抵抗18は電流源であればよく例えば定電流源でもよい。受光素子電流増幅用トランジスタ6、駆動用トランジスタ8、クランプ用トランジスタ11、ダミートランジスタ19はNPNトランジスタであるが回路極性を変えてやるこ

とによりPNPトランジスタにも置き換えられる。また受光素子電流増幅用トランジスタ6は電界効果トランジスタとしてもよく例えばMOSトランジスタとしてもよい。

【0030】

【発明の効果】クランプ用トランジスタのエミッタを第1の帰還抵抗と接続された第2の帰還抵抗の一端に接続しベースを駆動出力ノードに接続しコレクタを電源電位ノードに接続したので、大きな光電流値においても駆動能力、応答速度の低下がなく安定した高速動作が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の光受信回路の回路図。

【図2】本発明の第1の実施例の変形例の光受信回路の回路図。

【図3】本発明の第2の実施例の光受信回路の回路図。

【図4】本発明の第1の実施例の光受信回路の光電流I_{BP}対出力電位V_{out}の特性図。

【図5】本発明の第2の実施例の変形例1の光受信回路の回路図

【図6】本発明の第2の実施例の変形例2の光受信回路の回路図

【図7】本発明の第2の実施例の変形例3の光受信回路の回路図

*

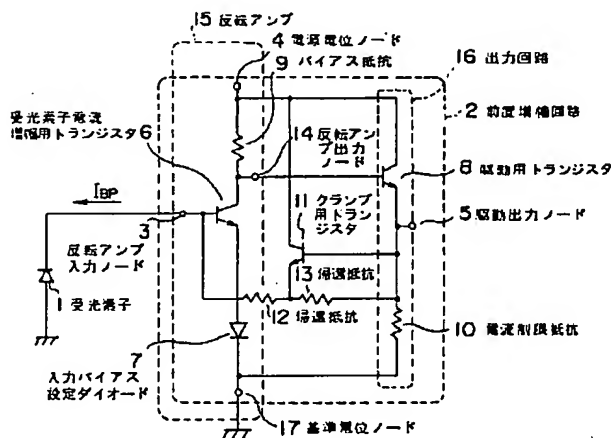
*【図8】本発明の第2の実施例の変形例4の光受信回路の回路図

【図9】本発明の第2の実施例および、その変形例の光受信回路の光電流I_{BP}対出力電位V_{out}の特性図

【符号の説明】

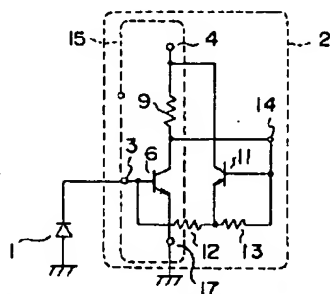
- 1 受光素子
- 2 前置増幅回路
- 3 反転アンプ入力ノード
- 4 電源電位ノード
- 5 駆動出力ノード
- 6 受光素子電流増幅用トランジスタ
- 7 入力バイアス設定ダイオード
- 8 駆動用トランジスタ
- 9、9.1、9.2、9.3、9.4 バイアス抵抗
- 10、18 電流制限抵抗
- 11 クランプ用トランジスタ
- 12、13 帰還抵抗
- 14 反転アンプ出力ノード
- 15 反転アンプ
- 16 出力回路
- 17 基準ノード
- 19 ダミートランジスタ
- 20 第2の出力回路
- 21、22 抵抗

【図1】



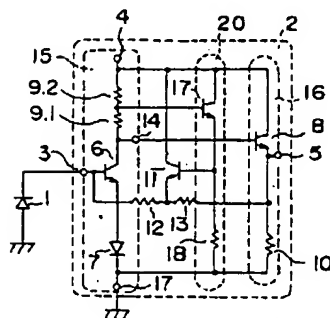
本発明の第1の実施例の光受信回路の回路図

【図2】



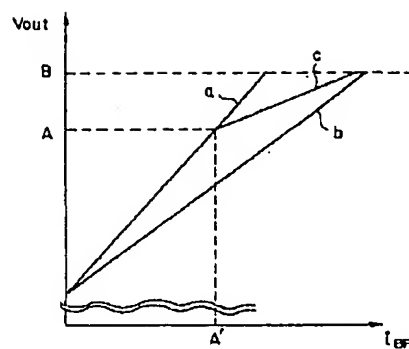
本発明の第1の実施例の変形例の光受信回路の回路図

【図5】



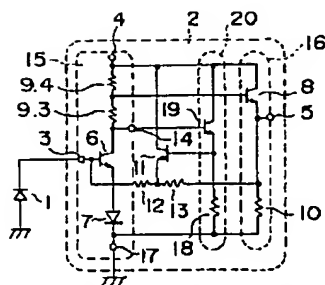
本発明の第2の実施例の変形例1の光受信回路の回路図

【圖 4】



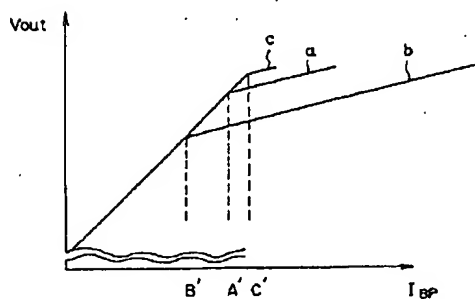
本発明の第１の実施例の光受信回路の光電流 I_{BP} 対出力電位 V_{out} の特性図

【圖7】



本発明の第 2 の実施例の変形例 3 の光受信回路の回路図

【圖9】



本発明の第2の実施例および、その変形例の光受信回路の光電流 I_{gp} 対出力電位 V_{out} の特性図